

На правах рукописи  
УДК 639.371.2:639.3.043.13 : 636.087.2

САЗОНОВА Людмила Викторовна

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ  
ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ  
(НА ПРИМЕРЕ ВОКСА) ПРИ ВОСПРОИЗВОДСТВЕ  
ОСЕТРОВЫХ ВИДОВ РЫБ**

Специальность: 03.00.10 – Икhtiология

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Москва - 2006

Работа выполнена в ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ВНИРО)

Научный руководитель:

доктор биологических наук, профессор  
Микодина Екатерина Викторовна,  
Всероссийский научно-исследовательский  
институт рыбного хозяйства и океанографии,  
г. Москва

Официальные

оппоненты:

доктор биологических наук  
Городилов Юрий Николаевич,  
Биологический научно-исследовательский  
институт Санкт-Петербургского  
государственного университета,  
г. Санкт-Петербург, Старый Петергоф  
кандидат биологических наук,  
Смирнов Борис Павлович,

Всероссийский научно-исследовательский  
институт рыбного хозяйства и океанографии,  
г. Москва

Ведущая организация:

Ростовский филиал Московского  
государственного университета технологий и  
управления, г. Ростов-на-Дону

Защита состоится 26 января 2007 г. в 11 часов на заседании  
диссертационного совета Д 307.004.01 при Всероссийском научно-  
исследовательском институте рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО)  
по адресу: 107140, Москва, ул. Верхняя Красносельская, д. 17. Факс (095)  
264-91-87, электронная почта [redova@vniro.ru](mailto:redova@vniro.ru)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ВНИРО

Автореферат разослан «18» сентября 2006 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
кандидат биологических наук

М.А. Седова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследования.** Зарегулирование стока осетровых нерестовых рек - Волги, Дона и Кубани и ухудшение их экологического состояния привели к катастрофическому снижению уловов (в 60 раз). При этом резко снились как численность производителей, так и их рыболовное качество (Горбунова и др., 2002; Вассель, 2006). Искусственное воспроизводство становится во многих случаях единственным источником как восстановления природных популяций осетровых, так и сохранения их видового разнообразия (Пальгуй, 1992; Влащенко и др., 2002; Реков и др., 2003).

На осетровых рыболовных заводах ряд негативных факторов приводит к повышенной гибели икры и личинок, формированию ослабленной некондиционной молоди и, соответственно, ее высокой уязвимости по отношению к абнотическим и биогенным стрессам. Формирование защитных систем организма происходит в раннем онтогенезе, поэтому именно этому периоду развития должно быть уделено особое внимание (Дукьяненко, 1966, 1971; Коккоза, 1983; Микодина, Глубоков 1998). Для улучшения состояния рыб и кормов используют биологически активные регуляторы. К таковым относятся и препараты, обогащенные микро- и макроэлементами, которые играют исключительно важную биологическую роль в организме животных и человека. Многие из микроэлементов могут абсорбироваться из воды эмбрионами через оболочку икринок, а молодь - непосредственно через жабры и кожу (Аскеров, 1968; Воробьев, 1982). Они успешно применяются в рыбоводстве для увеличения жизнестойкости эмбрионов, личинок и молоди (Ковальский, 1967; Морозов и др., 1990; Воробьев, 1975, 1980, 1982, 1990; Лобзакова, 2002). Для выращивания здоровой заводской молоди используют комбикорма, в которые добавляют витаминные и минеральные премиксы, улучшающие их свойства. В составе минеральных премиксов чаще всего используют Са, Р, Fe, Zn, Cu, Mn, Co, J, реже Mo и Mg (Цирульская, Локшина, 1981), которые принимают активное участие в регуляции обмена веществ у рыб.

Среди биологически активных препаратов особый интерес представляет полиминеральный комплекс Вокс, который получают из природных слюд. Он запатентован в Японии как средство для профилактики и лечения различных заболеваний, в том числе у рыб. Биологическая активность Вокса связана с присутствием Se, Zn, S, Cu, Fe, Mg и Mn. Многие из них входят в состав витаминов, металлоферментов и других биологически активных соединений, обеспечивающих поддержание ряда клеточных функций, в том числе тех, которые повышают резистентность животного организма (Воробьев, 1979).

В данной работе изучали влияние Вокса на осетровых рыб в раннем онтогенезе с целью оптимизации их искусственного воспроизводства на осетровых рыболовных заводах.

**Цель и задачи.** Цель работы - повышение эффективности искусственного воспроизводства осетровых видов рыб.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. провести оценку безопасности препарата Вокс;
2. изучить свойства Вокса в модельных экспериментах;
3. установить оптимальные концентрации препарата для его использования в рыболовном процессе;
4. разработать способы применения препарата Вокс на различных этапах раннего онтогенеза осетровых рыб;
5. оценить рыбоводно-биологические и физиолого-биохимические эффекты Вокса;
6. оценить экономическую эффективность использования Вокса.

**Научная новизна.** Впервые на основании химического анализа Вокса и тестам на его токсичность, генотоксичность и тератогенность установлена биологическая безопасность этого препарата для рыб. Получены данные о положительном влиянии Вокса на осетровых рыб, на ранних этапах их онтогенеза при неблагоприятных условиях. Установлено, что его воздействие в заводских условиях приводит к повышению выживаемости и резистентности осетровых, улучшает их биологические и физиолого-биохимические показатели.

**Практическое значение работы.** Получены три патента на изобретение.

Издана «Методика применения в рыболовстве полиминерального препарата природного происхождения. Часть 1. Осетроводство». Разработаны и утверждены нормативные документы: Разрешение Департамента ветеринарии Минсельхоза России на использование препарата Вокс; Наставление на применение препарата Вокс для рыбоводных целей; ТУ-9296-001-45934125-03 «Добавка Вокс»; Сертификат соответствия «Кормовая минеральная добавка Вокс», № РОСС RU.ЛПР15, 5915100; Аттестат аккредитации Испытательного центра «Препарат Вокс», № РОСС RU.0001/211ПН40. Проведены производственные испытания на 7 осетровых заводах России. Установлено, что его применение приводит к уменьшению материальных и трудовых затрат на рыбоводных заводах.

**Апробация работы.** Основные материалы работы доложены на различных научных конференциях: «Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России» (Адлер, 2001), «Водные биоресурсы России: решение проблем их изучения и рационального использования» (Москва, 2003), «Холодноводная аквакультура: старт в XXI веке» (СПб., 2003), «World Aquaculture 2003» (Salvador, 2003), «Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития» (Астрахань, 2004).

**Объем и структура диссертации.** Диссертация изложена на 138 страницах и состоит из введения, 5 глав, заключения, выводов и практических рекомендаций. Список цитируемой литературы включает 190 работ, из которых 30 на иностранных языках. Работа иллюстрирована 24 рисунками и 20 таблицами.

## Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Приведен анализ данных отечественной и зарубежной литературы по биологии осетровых рыб и современному состоянию отечественного осетроводства. Отмечена необходимость дальнейшего совершенствования биотехники заводского воспроизводства, нацеленного на сохранение максимально возможного количества икры и молоди. Приведены данные по влиянию на организм рыб, теплокровных животных и человека наиболее важных микро- и мак-

роэлементов, в частности, входящих в состав препарата Вокс. В России первые исследования Вокса показали его благоприятное действие на вышших позвоночных и растения. Сведения по влиянию Вокса на рыб отрывочны. Это явилось одной из предпосылок для его испытаний в осетроводстве.

## Глава 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работы проводили в течение 2000-2005 гг. в аквариальных условиях, а также на осетровых рыбоводных заводах (ОРЗ): Волгоградском, Кизанском, РВХ Краснодарской ТЭЦ, Донском, ЗАО «Казачка», Можайском и Конаковском. Объектами исследования послужили икра, эмбрионы, предличинки, личинки, сеголетки и годовики осетровых рыб: белуги (*Huso huso*), русского осетра (*Acipenser gmelinensis/gelii*), севрюги (*Acipenser stellatus*), стерляди (*Acipenser ruthenus*) и мекквидового гибрида (*Huso huso* × *Acipenser ruthenus*) - бестера (*Bester nikoljivkinii*). Для оценки биологической безопасности Вокса анализировали химический состав коммерческих партий препарата, а также проводили биотестирование. Кроме этого, исследовали его генотоксичность и тератогенность. Экспериментальных сеголеток стерляди содержали в акварионах объемом 300 л, поддерживаясь нормативной плотности посадки. Температуру воды поддерживали между 23-25°C, содержание кислорода в воде - 8-9,5 мг/л, рН 7,45. Для экспериментов использовали рыб средней массой 3 г, которых постопынно содержали в растворе Вокса при концентрациях 1,0, 0,1 и 0,05 мг/л. Опыты проводили в двукратной повторности.

В условиях ОРЗ подопытную икру на стадиях 1 и 16, предличинок, личинок и молодь осетровых обрабатывали раствором Вокса в тех же концентрациях, а также вносили в корма в количестве 10 и 20 мг/кг.

В качестве контроля были приняты экспериментальные объекты, не подвергнутые воздействию Вокса.

Влияние Вокса оценивали по проценту оплодотворения икры, стадиям ее развития, степени поражения сапролегнией, проценту вылупления предличинок, выживаемости, скорости роста, коэффициенту упитанности по Фульгону, гематологическим (Иванова, 1974) и биохимическим (Golch et al., 1957) показа-

телям молоди, а функциональное состояние внутренних органов - по Бауер с соавторами (1977, 1981). Биологический анализ рыб проводили по Правдину (1966). В экспериментах использовано 18 самок разных видов осетровых рыб и бестера, 1990 тыс. икринок, 494 тыс. предличинок и личинок и 100 тыс. сеголеток. Осуществлены физиологические (1390 экз.), биохимические (390 проб), гематологические (150 проб) и гистологические (240 проб) исследования.

## Глава 3. ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА ВОКС НА МОЛОДЬ ОСЕТРОВЫХ

### РЫБ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

#### 3.1. Краткая характеристика препарата Вокс

В состав Вокса входит около 40 микро- и макроэлементов (табл. 1). Из них основных насчитывается 20. По нашим данным, в Воксе также содержатся редкие элементы – рубидий, бор, олово, ниобий, тантал, торий, висурут и другие в следовых количествах.

Таблица 1. Химический состав препарата Вокс

№	Элемент	Концентрация, мг/л		
		ПДК для рыбохозяйственных водоемов	в маточном растворе	в рабочем растворе
1	Zn	0,01	0,16	0,00016
2	Cr	0,02-0,07	0,99	0,00099
3	Pb	0,01	0,012	0,000012
4	Cu	0,001	0,11	0,00011
5	Cd	0,01	0,001	0,000001
6	Fe	0,1	57,93	0,058
7	Mn	0,01	0,87	0,00087
8	Ag	<0,05	0,0016	0,0000016
9	Co	0,01	0,03	0,00003
10	Ni	0,01	0,005	0,000005
11	Li	0,08	0,14	0,00014
12	Ca	180,0	37,18	0,037
13	Mg	40,0	434,0	0,434
14	P	0,15	1,96	0,002
15	Na	120,0	5320,0	5,320
16	Se	0,002	0,49	0,0005
17	V	0,001	1,33	0,0013
18	Al	0,04	48,57	0,049
19	K	50,0	62,38	0,062
20	Si	10,0	4,38	0,004

Коммерческий препарат представляет собой жидкость желто-зеленого цвета, без запаха, pH 1,5-1,7, удельный вес 1,02 г/см<sup>3</sup>, сухой остаток - 20 г/л, хорошо растворим в воде.

### 3.2. Исследование биологической безопасности препарата Вокс

**Химический анализ** Вокса проводили при получении каждой новой коммерческой партии препарата. Отмечены некоторые незначительные различия по содержанию отдельных элементов, что связано с происхождением (районом добычи) исходного сырья.

**Токсичность.** Биотестирование, проведенное на инфузориях и дафниях, показало отсутствие токсического эффекта препарата при его концентрациях от 0,01 до 10 мг/л.

**Генотоксичность.** Воздействие препарата Вокс на севрюгу в раннем онтогенезе не вызывает генотоксического эффекта, что подтверждено тестированием методом SOS-lux и отсутствием хромосомных aberrаций.

**Тератогенность.** Сравнение числа аномалий строения тела и обонятельного органа у подопытной и контрольной молоди не показало различий, что свидетельствует об отсутствии тератогенного эффекта Вокса.

Полученные данные позволили сделать заключение о биологической безопасности препарата Вокс для рыб.

### 3.3. Биологические эффекты Вокса

Основная задача модельных экспериментов состояла в оценке эффектов Вокса при воздействии на молодь стерляди в оптимальных и неблагоприятных условиях содержания. Неблагоприятными условиями считали дефицит кислорода, повышенную температуру воды, корма низкого качества.

**Оптимальные условия содержания.** Испытания в течение 24-х сут на сетолетках стерляди, которых содержали в оптимальных условиях, не показали различий по массе и длине подопытных и контрольных сетолеток. Выживаемость рыб также была одинаковой и высокой - 100%. Таким образом, при оптимальных условиях содержания никакие эффекты Вокса не выявлены.

При неблагоприятных условиях, согласно теории общего адаптационного синдрома, восприимчивость организма к различным коррипторным воздействиям значительно возрастает (Селье, 1972). В связи с этим, последующие исследования были связаны с изучением влияния препарата Вокс на сетолеток рыб в неблагоприятных условиях содержания. При увеличении температуры воды выше 30°С с одновременным снижением содержания в ней кислорода в летний период на ОРЗ, расположенных на юге России, отмечается увеличение гибели молоди осетровых. Мы предположили, что использование препарата Вокс в такой ситуации может ее существенно уменьшить.

**Дефицит кислорода в воде.** Исследования влияния препарата на устойчивость сетолеток стерляди к гипоксии (3 мг O<sub>2</sub>/л) показали, что время появления асфиксии, фиксируемой по повышению частоты дыхания, нарушению координации движений, у сетолеток стерляди в 1 мг/л растворе Вокса увеличилось до 39 мин. по сравнению с 21 мин. в контроле. При меньшей концентрации препарата (0,1 мг/л) эффект был менее выражен и асфиксия наступала несколько раньше - через 31 мин. (рис. 1). После нормализации кислородного режима Воксом рыб сокращалось: при концентрации 0,1 мг/л до 11 мин. по сравнению с 25 мин. в контроле, т.е. более чем в два раза, а при концентрации 1 мг/л - до 4 мин, или в 6 раз.

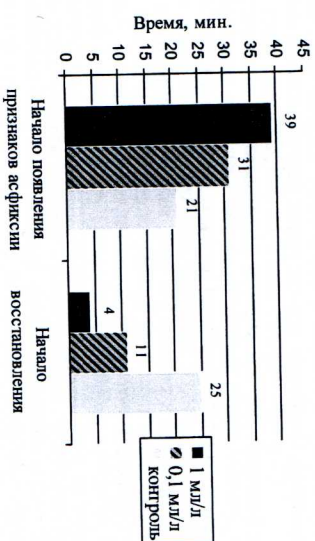


Рис. 1. Влияние препарата Вокс на физиологические показатели сетолеток стерляди в условиях гипоксии.

**Повышенная температура воды.** Устойчивость сеголеток стерилиды к повышенной температуре воды оценивали по их выживаемости и приросту массы в течение 7 дней. В начале рыб содержали при температуре 23-25°C, затем постепенно в течение двух сут ее повышали до 30-31°C. Установлено, что в оптимальном варианте при концентрации препарата 1 мг/л выживаемость стерилиды составляла 100%, в растворе с концентрацией 0,1 мг/л - 91% и наименьшая выживаемость была в контроле - 77%. Отмечено также увеличение прироста массы подопытных сеголеток в 1,5-2,1 раза по сравнению с контрольными (рис. 2).

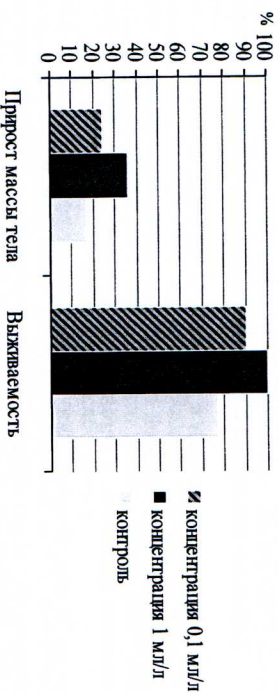


Рис. 2. Влияние препарата Вокса разных концентраций на выживаемость и прирост массы сеголеток стерилиды в условиях повышенной температуры воды.

**Корма низкого качества.** Около половины всех используемых в осетроводстве комбикормов по токсикологическим показателям не соответствует нормативным требованиям. Особенно эта ситуация усугубляется в весенне-летний период в связи с быстрой порчей кормов из-за высокой температуры воздуха. Кормление сеголеток стерилиды кормами низкого качества в течение 5 сут в контрольном варианте привело к гибели 5% рыб, вздутию кишечника и нарушениям поведенческих реакций: потере ориентации, «кувырканию», снижению подвижности. В опыте за этот период никаких изменений не отмечено. К концу эксперимента (10 сут) в контроле гибель подопытных рыб составила 36%. В то же время в опытной партии при концентрации препарата 1 мг/л выживаемость молоди стерилиды осталась равной 100%, а поведенческие нарушения отсутство-

вали. При более низкой концентрации препарата (0,1 мг/л) выживаемость не сколько снизилась за счет гибели самых мелких рыб и составила 91%. При этом у части мелкой молоди наблюдали потерю ориентации.

Таким образом, в экспериментах, проведенных на сеголетках стерилиды, наибольший позитивный эффект Вокса был достигнут при его концентрации 1 мг/л и только в неблагоприятных условиях выращивания. Он выражался в повышении устойчивости сеголеток стерилиды к повышенной температуре, гипоксии и кормам низкого качества.

#### Глава 4. ЭФФЕКТЫ ВОКСА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЯХ В УСЛОВИЯХ ОСЕТРОВЫХ РЫБОВОДНЫХ ЗАВОДОВ

**4.1. Влияние Вокса на осетровых в эмбрионально-личиночном периоде**  
Эффективность применения препарата Вокс в производственных условиях оценивали по выживаемости эмбрионов, степени поражения сапролегниевыми грибами икринки и проценту вылупления предличинки.

**Влияние Вокса на икру высокого качества.** Опыты проводили на икре бестера с высоким процентом оплодотворения (98%) на стадии 4-х бластомеров, причем инкубация проходила в экстремальных условиях: высокая мутность воды, резкие суточные колебания температуры воды от 15 до 23°C, пониженное содержание кислорода в воде (до 5 мг/л).

Воздействие Воксом проводили в период оплодотворения, на 16 стадии развития, а также дважды, т.е. на обеих стадиях (табл. 2).

Установлено, что процент вылупления предличинки, обработанных икринками на этапе оплодотворения, составил 33,5%, после обработки на стадии 16 - 52,0% при 22% в контроле. После двукратной обработки этот показатель оказался наибольшим - 64,5% (рис. 3). По нашему мнению, более высокая выживаемость предличинки бестера после двойной обработки Воксом, скорее всего, обусловлена его кумулятивным действием. Действие препарата может быть связано с активацией механизмов обеспечения резистентности эмбрионов, что прослеживается и по уменьшению количества пораженных сапролегнией икри-

нок. В опыте их количество в среднем составило 16% по сравнению с 65% в контроле (см. рис. 3).

Таблица 2. Влияние Вокса на рыбоводные показатели осетровых рыб

Виды рыб, варианты	Выживаемость, % на этапе вы-лупления	Выживаемость, %		Средняя масса се-темок, г	Продолжи-тельность опыта, сут
		личинки от икры	сетотетки от предличи-нок		
<b>Осетр *</b>					
Опыт	58	80	19	6,0±0,40	46
Контроль	19	45	4	5,4±0,30	
<b>Севрюга**</b>					
Опыт	53	85	21	8,67±0,40	55
Контроль	25	32	8	7,31±0,30	
<b>Белуга***</b>					
Опыт	-	42	-	1,5±0,10	35
Контроль	-	23	-	1,4±0,10	
<b>Бестер****</b>					
Опыт	65	85	49	101,0±2,20	150
Контроль	22	45	12	96,0±1,30	
<b>Стерлядь*****</b>					
Опыт	-	-	-	17,0±0,70	9
Контроль	-	-	-	10,0±0,40	

Примечание: \* - обработка икры; \*\* - обработка икры, предличинки, добавка в корм; \*\*\* - обработка предличинки, добавка в корм; \*\*\*\* - обработка икры, предличинки, личинок и се-темок; \*\*\*\*\* - добавка в корм.

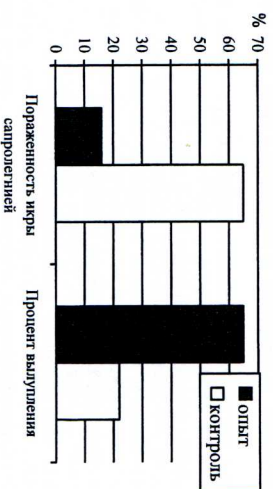


Рис. 3. Поражение икры бестера сапролегтней и вылупление предличинки после двойной обработки Воксом, %.

Сходные результаты получены и для таких видов осетровых как стерлядь, северяга, осетр. Во всех опытах прослеживалось уменьшение поражения икры

сапролегтневыми грибами и 1,5-3-кратное увеличение процента вылупления предличинки по сравнению с контролем в зависимости от качества икры и ус-ловий инкубации.

**Влияние Вокса на икру низкого качества.** Считают, что икра осетро-вых имеет низкое качество, если процент ее оплодотворения на стадии 4-х бла-стомеров составляет менее 81%. Двойная обработка препаратом Вокс икры русского осетра крайне низкого качества (31%) привела к увеличению процента оплодотворения вдвое (до 70%) по сравнению с контролем. Кроме этого, число нормально развивающихся эмбрионов увеличилось в 2,2 раза, процент вылупления предличинки - в 3 раза, а выживаемость личинок за первую декаду после вылупления - почти в 2 раза. Более того, двойная обработка Воксом, так-же как и в случае с икрой высокого качества, существенно уменьшила пораже-ние низкокачественной икры сапролегтневыми грибами в период эмбриогенеза. Таким образом, обработка осетровых препаратом Вокс в условиях искусствен-ного воспроизводства приводит к повышению их жизнестойкости в раннем он-тогенезе. Это не только позволяет оптимизировать процесс инкубации, но и в целом способствует увеличению эффективности использования производите-лей осетровых рыб, т.к. позволяет использовать особей с низким качеством по-ловых продуктов.

**Влияние Вокса на развивающуюся икру при ее транспортировке.** В связи с тем, что развивающуюся икру осетровых часто перевозят с одного ры-боводного завода на другой, представляется важным сохранить ее живой. Для этого осуществляли имитацию транспортировки развивающейся икры русского осетра на стадии поздней гаструлы с добавлением в воду препарата Вокс. Показа-но, что в течение 26 час Вокс концентрацией 0,1 мг/л увеличивал выживае-мость эмбрионов осетра на 7%, практически полностью предотвратил ее пора-жение сапролегтневыми грибами, а при последующей доинкубации привел к увеличению эффективности вылупления на 40% (табл. 3). При меньшей кон-центрации препарата (0,05 мг/л) эффект был менее выражен.

Таблица 3. Результаты имитации транспортировки икры русского осетра

Показатели	Опыт, %	Контроль, %
Выживаемость эмбрионов после имитации транспортировки	86	79
Пораженность икры сапролегнией во время имитации транспортировки	3	30
Пораженность икры сапролегнией во время инкубации	5	45
Вылупление предличинки	75	53

По результатам исследования влияния Вокса на осетровых в их эмбрионально-личиночном периоде выявлен дозозависимый эффект препарата.

#### 4.2. Влияние Вокса на личинок и молодь осетровых

Испытано два способа воздействия препарата: выдерживание личинок и молоди в растворе и добавка его в корм. Эффективность влияния препарата оценивали по рыбоводно-биологическим и физиолого-биохимическим показателям.

**Рыбоводно-биологические показатели.** В опытах с осетром, севрюгой и белугой использовали производителей с низким уровнем качества половых продуктов. Личинки бестера были получены из икры высокого качества, но период инкубации проходил в экстремальных условиях. Показано (см. табл. 3), что выживаемость личинок осетра и бестера после обработки препаратом была в 1,5-2 раза больше, чем в контроле, личинок севрюги — в 2,6 раза. Выживаемость сеголеток в различных вариантах опыта также была выше и составила у белуги 99%, у осетра - 33%, по сравнению с контролем — 93 и 19%, соответственно. Минимальное влияние препарата проявилось у белуги, обработанной на стадии личинки. Возможно, это объясняется более поздним началом обработки Воксом, а наибольший эффект этого препарата проявляется, как показано выше, при обработке икры осетровых рыб.

На важную роль ранних стадий онтогенеза в жизнестойкости организма на последующих этапах онтогенеза указывает более высокая выживаемость молоди осетровых рыб, полученной из обработанной в растворе Вокса икры. Анализ результатов зимовки молоди бестера показал, что лучшая выживаемость

была у молоди, выращенной после обработки Воксом в течение первых 6 месяцев жизни, которая составила 80% против 44% в контроле.

У всех подопытных видов рыб отмечено увеличение массы по сравнению с контролем (см. табл. 2). Однако, достоверность различий выявлена не у всех видов, например у севрюги достоверная разница составляет 18,6%. Более того, если обрабатывать личинок и сеголеток, выросших из обработанной Воксом икры, то есть использовать многократную обработку, то эффект нарастает, что, по-видимому, связано с усилением действия Вокса вследствие его кумуляции.

Наиболее заметные различия по массе тела отмечены на ослабленной, отстающей в росте стерилиди в возрасте 1 мес. Двукратная обработка препаратом Вокс в течение недели 2-х групп ослабленных и отбракованных сеголеток средней массой 180 и 310 мг привела к увеличению массы их тела, соответственно, в 3,7 и 2,1 раз. Т.е., сеголетки с меньшей массой реагировали на воздействие Воксом более значительно увеличением массы тела. Это еще раз подтверждает сделанный ранее вывод о том, что чем раньше осуществляется воздействие Воксом, тем больше выражен его эффект. Полученные результаты позволяют также сделать важный для производства вывод о том, что применение Вокса позволяет не отбраковывать ослабленную молодь осетровых, а дорастить ее до нормативной массы.

**Физиолого-биохимические показатели.** Наиболее объективными индикаторами физиологического состояния рыб являются гематологические показатели. Анализ крови показал (табл. 4), что у подвергнутых воздействию Вокса сеголеток русского осетра показатели крови были лучше, чем у контрольных. У подопытных рыб выявлено увеличение интенсивности эритропоза на 70,4% по сравнению с контролем. Кроме этого, при норме СОЭ, равной 1,5-2 мм/ч, у обработанных препаратом Вокс рыб скорость оседания эритроцитов оказалась на 18% меньше (1,5±0,33 мм/ч), чем в контроле (1,7±0,36 мм/ч). Концентрация сыровоточного белка крови у молоди опытных и контрольных партий различалась не существенно, соответственно 15,34±1,33 г/л и 14,6±0,92г/л (при норме 15 г/л).



Таблица 4. Гематологические показатели сеголеток русского осетра

Показатели	Опыт	Контроль
Гемоглобин, г/л	61,6±1,92	53,2±2,41
Гематокрит, %	53,0±0,05	52,0±0,10
Эритроциты, млн. клеток /мкл	0,4±0,08	0,3±0,15
Нормобласты:		
Вазофильные	2,3±1,01	1,8±0,18
Полихроматофильные	9,8±2,22	5,3±0,77
Ортокромные	87,4±2,96	92,6±0,54
Интенсивность эритропоэза	12,6±2,96	7,4±0,54
Лейкоцитарная формула, тыс. клеток /мкл		
Лимфоциты	67,9±11,00	67,4±8,04
Эозинофилы	13,1±3,76	12,0±2,08
Нейтрофилы, в т.ч.:	18,9±1,80	20,6±1,70
Промиелоциты	0,9±0,38	1,5±0,79
Миелоциты	0,5±0,14	1,5±0,70
Метамиелоциты	0,6±0,14	1,1±0,71
Палочкоядерные	13,0±2,27	14,6±7,58
Сегментоядерные	3,8±2,67	1,8±0,56
Тромбоциты, шт./500 эритроцитов	4,0±1,00	7,0±1,00

Липидный обмен также хорошо характеризует физиологическое состояние рыб, особенно соотношение  $\omega 3/\omega 6$  жирных кислот, являющихся антиоксидантами. Под воздействием Вокса происходит увеличение соотношения  $\omega 3/\omega 6$  жирных кислот, причем в общих липидах почти в 1,5 раза и фосфолипидях – в 1,3 раза. Это свидетельствует о повышении адаптационной пластичности подопытных рыб, в т.ч. их устойчивости к экстремальным факторам.

Гистологический анализ печени годовиков русского осетра выявил позитивное влияние Вокса на структуру печени. В печени подопытных рыб, в отличие от контроля, деструктивные нарушения ткани не выявлены. В гепатоцитах сеголеток увеличен резерв липидов до 20,3%, что сходно с дикими сеголетками и свидетельствует о хорошей подготовленности к выпуску, поскольку обеспечивает более высокую выживаемость в условиях возможного недостатка корма в прилове.

Адаптивные реакции меланофоров у подопытных и контрольных личинок осетра на изменение освещенности и фона различались. Показано, что на черном фоне в состоянии дисперсии пигмента находились меланофоры у 84,5%

подопытных личинок и у 73% - контрольных. На белом фоне эти показатели, соответственно, имели значения 71 и 63%.

Иммунорезистентность оценивали по показателю бактерицидности тканей, оцениваемой по подавлению роста тест-микроорганизмов. В первые сутки после вылупления бактерицидность тканей как подопытных, так и контрольных предличинок севрюги не различалась и была очень низкой (10-12%). Повторная обработка Воксом предличинок в возрасте 5 сут оказала несколько большее влияние. В контрольной группе бактерицидность тканей была в пределах 15-17%, в опытной – 16-20%. Позднее, перед выпуском молоди севрюги, бактерицидность тканей у подопытных и контрольных групп увеличилась до 45-50%. При отсутствии достоверных различий коэффициент вариации показателя бактерицидности в опытной группе был несколько меньшим (12,2) по сравнению с контролем (15,1), что можно расценивать как показатель более стабильного иммунологического состояния рыб, обработанных препаратом Вокс.

#### 4.3. Использование Вокса в качестве кормовой добавки

В рыбоводстве с кормом вводят многие биологически активные вещества: витамины, антибиотики, антиоксиданты, микроэлементы (Аскеров, 1968; Цирульская, Люкшина, 1981; Воловозова, 1984; Пономарев и др., 1997; Власов, 2001; Запорожец, 2003; Watanabe, 1980). Поскольку Вокс представляет собой комплекс микро- и макроэлементов, мы испытали его влияние на молодь осетровых после добавления в комбикорма. Результаты оценивали по рыбопродуктивному и физиолого-биохимическим показателям молоди осетровых.

**Рыбоводно-биологические показатели.** После обработки Воксом икры, предличинки и личинки, молодь севрюги получала препарат с кормом в количестве 10 мг/кг в течение 45 сут. Добавка препарата в корм привела к повышению ее выживаемости за 13 сут на 10% (рис. 4). Ко времени выпуска подорожных сеголеток их выживаемость в опыте также была выше контрольного показателя (на 9%).

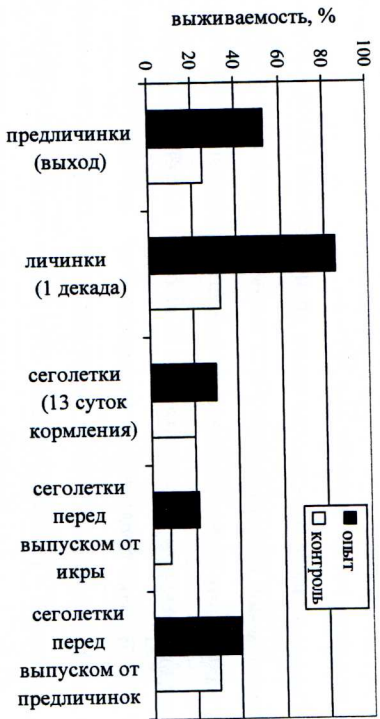


Рис. 4. Выживаемость севрюги, выращенной на кормах с добавкой Вокса.

Кроме повышения жизнестойкости, воздействие Воксом привело к увеличению массы подопытной молоди севрюги на 18% по сравнению с контролем. При этом доля крупных рыб в опытной партии была выше (рис. 5), чем в

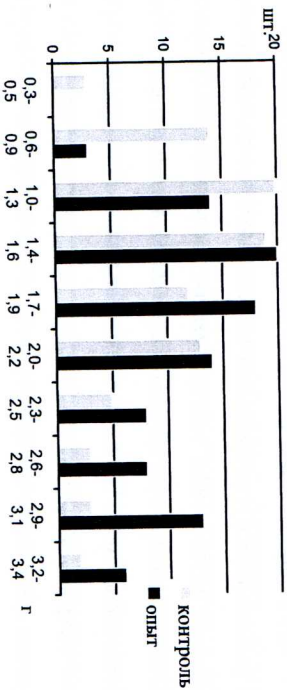


Рис. 5. Распределение сеголеток севрюги по массе тела.

контрольной. Доля рыб с массой более 2,0 г, что является нормативом для выпускаемой молоди севрюги, после обработки Воксом составила 48%, тогда как в контрольной группе только 29%. Таким образом, применение Вокса в осетроводстве позволяет получить за период подращивания перед выпуском большее количество крупной молоди. Это соответствует взглядам о необходимости подращивания заводской молоди осетровых до более крупных навесок (Макаров, 1964), что будет способствовать увеличению ее выживаемости в период

морского нагула и увеличению промыслового возврата.

Введение в корм препарата Вокс для молоди другого вида осетровых — стерляди, в том же количестве и кормление им также оказало выраженное положительное влияние. Несмотря на то, что у подопытных рыб были симптомы алиментарного токсикоза (вздутие кишечника, некротические почки с разженной структурой, бактериальная контаминация внутренних органов), на 9 сутки не только их выживаемость была на 25% больше, чем в контроле, но и масса тела превышала контроль на 70%. Их бактериологическое обследование показало отсутствие обсемененности внутренних органов и стандартную обсемененность кишечника. Кроме этого, Вокс привел к нормализации структурно-функционального состояния печени и почек. Полученные данные подтверждают лечебные свойства этого препарата.

Свойства Вокса, как кормовой добавки, были исследованы и на осетровых старших возрастных групп (годовики белуги). Их не обрабатывали Воксом в раннем онтогенезе, а лишь кормили комбикормом с добавкой Вокса в большом количестве — 20 мг/кг корма. За 30-суточный период эксперимента прирост их массы в опытной партии был на 21% больше, чем в контрольной.

**Физиолого-биохимические показатели.** У годовиков белуги, получавших с кормом Вокс, содержание в крови гемоглобина и гематокрит были выше (83 г/л, и 46%, соответственно), чем у рыб из контрольной партии (76 г/л и 39%, соответственно). Кроме этого, у них увеличена концентрация общего сыровогочного белка по сравнению с контролем, соответственно 37,4 и 36,0 г/л.

Уровень изменения этих показателей сохраняется и при экстремальных условиях, например при снижении содержания кислорода в воде до 4 мг/л. Оказалось, что у годовиков белуги, получавших Вокс с кормом, содержание гемоглобина снизилось с 83,0 лишь до 75 г/л, тогда как у контрольных — значительно ниже — до 66 г/л. Концентрация общего сыровогочного белка у подопытных рыб снизилась с 37,4 г/л до 9,5 г/л, у контрольных — до 6,0 г/л. Таким образом, кормление годовиков белуги препаратом Вокс повысило их резистентность, особенно в стрессовых ситуациях.

Проведенные эксперименты показали, что введение Вокса в организм рыб с кормом имеет преимущество по сравнению с их обработкой в растворе этого препарата. Такая форма поступления препарата в организм рыб существенно облегчает его применение в производственных условиях и значительно снижает потери препарата, что делает такой способ использования Вокса эко-номически более выгодным. Кроме того, длительное нахождение Вокса в желудочно-кишечном тракте рыб усиливает его действие за счет более высокой действующей дозировки, чем в растворе препарата. Интересно отметить, что введение Вокса (10 мг/кг) в корма приводит к такому же рыбоводному эффекту, что и обработка сетотеток его раствором концентрацией 1 мг/л. По нашему мнению, при использовании в осетроводстве Вокса рациональнее применять его в качестве добавки в корм.

#### 4.4. Оценка эффективности применения Вокса методом

##### полифункциональных нагрузок по В.И. Лукьяненко (1989)

Ответ обработанных раствором Вокса рыб на функциональную нагрузку (вода с повышенной соленостью, температурой, в режиме голодания) оценивали по их жизнестойкости. Опыт проводили на сетотетках севрюги в возрасте 50 сут, средней массой 1,86 г, в корма которым добавляли препарат.

Установлено (рис. 6), что выживаемость контрольных сетотеток в воде соленостью 12‰ за первые 12 ч опыта составила 45%, тогда как в растворе Вокса все выжили.

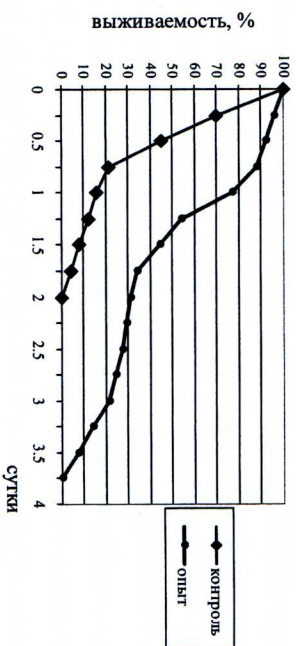


Рис. 6. Динамика выживаемости сетотеток севрюги в воде соленостью 12‰.

Все сетотетки из контроля погибли к концу вторых сут, а 100%-ная гибель подопытных произошла только на 4-е сут.

При температуре воды 32°C гибель контрольных рыб (рис. 7) началась уже через час, а через 3-е сут все погибли. К этому времени гибель подопытных сетотеток только началась, составив на пятые сутки 36,7%.

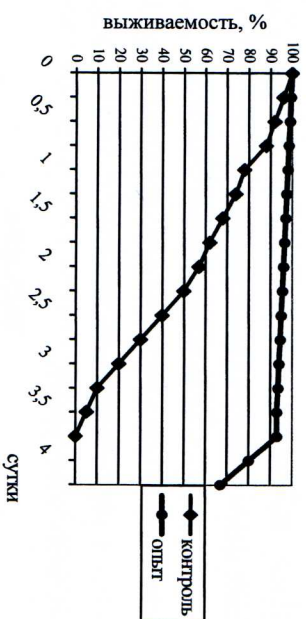


Рис. 7. Динамика выживаемости сетотеток севрюги при температуре воды 32°C.

Голодание сетотеток севрюги оценивали по выживаемости и гематологическим показателям в течение 7 сут. Гибель молоди за период опыта составила 55,6% в опыте и 100% в контроле, причем гибель рыб в контроле началась значительно раньше. Через 2-е сут содержание сывороточной мочевины у подопытных рыб (13 ммоль/л) оказалось значительно ниже, чем у контрольных (19 ммоль/л). Через 7 сут у контрольных сетотеток концентрация мочевины в крови достигала 27 ммоль/л, у выживших в опыте рыб - 8,5 ммоль/л. Концентрация гемоглобина в конце эксперимента составляла у подопытных рыб 48 г/л, в контроле - 33 г/л. При этом, в опыте наблюдали только изменения размеров и формы клеток крови, а в контроле дополнительно отмечали инвагинацию ядер эритроцитов и карioreкис. Повышение жизнестойкости подопытных сетотеток севрюги в условиях функциональных нагрузок свидетельствует о влиянии на этот показатель препарата Вокса.

### Глава 5. Экономический эффект от внедрения Вокса на осетровых заводах

Расчет экономической эффективности от применения Вокса проведен на основе финансовых показателей 4-х ОРЗ Севкаспрыбвода в 2002 г. На этих заводах затраты на выпуск 38,8 млн. шт. молоди составили 32,3 млн. руб. Таким образом себестоимость 1 млн. выпускаемой молоди составила 0,83 млн. руб. Применение Вокса увеличивает число выпускаемой молоди в среднем на 10% и снижает себестоимость 1 млн. шт. молоди до 0,75 млн. руб., в связи с чем экономический эффект в 2002 г. составил 3,23 млн. руб.

Повышение спроса на молодь осетровых в последние годы увеличивает ее коммерческую стоимость и, соответственно, экономический эффект. Так экономический эффект применения Вокса для 4-х ОРЗ Севкаспрыбвода в 2005 г. составил около 6 млн. рублей.

### ВЫВОДЫ

1. Препарат Вокс не оказывает на живые организмы токсического, генотоксического и тератогенного влияния.
2. Положительное действие Вокса проявляется при неблагоприятных условиях содержания, что выражается в повышении устойчивости молоди осетровых к повышенной температуре воды, гипоксии и кормам низкого качества.
3. Оптимальные концентрации препарата составляют: в растворе для обработки икры, личинок и молоди - 1 мл/л, в качестве добавки в корм - 10 мг/кг.
4. Наибольший эффект Вокса проявляется при обработке икры раствором и (или) добавке в корм сетотеткам.
5. Действие препарата подчиняется закономерности доза-эффект.
6. Вокс приводит к следующим биологическим и физиолого-биохимическим эффектам:
  - улучшение эффективности оплодотворения икры, уменьшение сапроленноза и повышение процента выгулления предличинки;
  - нормализация патолого-анатомических и физиолого-биохимических показателей в раннем онтогенезе осетровых и, в первую очередь, у ослабленных и отстающих в росте рыб;

- улучшение гематологических показателей;
- снижение деструктивных нарушений в печени;
- улучшение липидного обмена;
- увеличение соотношения  $\omega 3/\omega 6$  жирных кислот в общих липидах тканей тела рыб.

7. Экономический эффект применения Вокса для 4-х ОРЗ Севкаспрыбвода в 2005 г. составил около 6 млн. рублей. Повышение жизнестойкости сетотеток не менее чем на 10% обеспечивает сохранение 3,88 млн. шт. молоди осетровых.

### ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Рекомендовать препарат Вокс в качестве средства для повышения эффективности искусственного воспроизводства осетровых рыб.
2. Для обработки осетровых раствором препарата использовать концентрацию 1 мл/л;
3. В корм для сетотеток добавлять Вокс в количестве 10 мг/кг корма.

### ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Новый биологически активный препарат // Рыбоводство и рыболовство. 2001. С. 35-36 (Соавторы Белоусов А.Н., Дергалова Ж.Т., Цвильев О.П.).
2. Новый препарат для повышения эффективности рыбоводства // Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России. Тез. докл. науч.-практ. конф. Адлер, 24-27 сентября 2001. С. 102-103 (Соавтор Цвильев О.П.).
3. Методы повышения жизнестойкости сетотеток ценных объектов марикультуры в условиях заводского выращивания // Холмоноволонная аквакультура: старт в XXI век. Тез. докл. между. симп. 8-13 сентября 2003 г., СПб, 2003. С. 97 (Соавторы Дергалова Ж.Т., Цвильев О.П.).
4. Новые методы повышения жизнестойкости ценных видов рыб при искусственном воспроизводстве // Волжские биоресурсы России: решение проблем их изучения и рационального использования. Тез. докл. науч.-практ. конф. М.: ВНИРО, 2003. С. 98-99 (Соавторы Дергалова Ж.Т., Цвильев О.П.).

5. The influence of mineral composition of water upon the efficiency of fish farming // "World Aquaculture 2003", Vaziri, Salvador, May 19-23, 2003. Book of Abstracts, vol. 1. P. 233 (Co-authors J. Derzaleva, O. Tsvilev).
6. Эффективность применения полиминерального препарата естественно-го происхождения при выращивании осетровых // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. Мат-лы III между. науч.-практ. конф. Астрахань, 2004. С. 206-210. (Соавтор Абросимов С.С.).
7. Результаты обработки природным минеральным препаратом икры и се-голеток осетровых на ОРЗ «Севкаспрыбодола» // Там же. 2004. С. 132-133 (Соав-торы Цвильев О.П., Михайлова М.В.).
8. Влияние минерального раствора в различные периоды развития рус-ского осетра // Там же. С. 67-68 (Соавторы Переврзев Е.В., Нижегородская М.А., Пономарев Д.В.).
9. Методика применения в рыбоводстве полиминерального препарата природного происхождения. Часть 1. Осетроводство // Научно-технические и методические документы. Аквакультура. Вып. 2. М.: Изд-во ВНИРО, 2006. 48 с. (Соавтор Цвильев О.П.).
10. Способ повышения жизнестойкости икры, личинок и молоди рыб / Цвильев О.П., Дерзалева Ж.Т., Сазонова Л.В. Патент № 2290790, А01К61/00, приоритет от 28.04.2005 // Офф. бюл. «Изобретения. Полезные модели» на электронных носителях. - № 1, 2007. С. 50.
11. Способ воспроизводства и выращивания осетровых рыб / Цвильев О.П., Сазонова Л.В., Тертерова Е.М. Патент № 2290791, А01К61/00, приоритет от 28.04.2005 // Офф. бюл. «Изобретения. Полезные модели» на электронных носителях. - № 1, 2007. С. 51.
12. Способ биологической реабилитации городских водоемов / Цвильев О.П., Сазонова Л.В., Тертерова Е.М. Патент № 2290792, А01К61/00, приоритет от 28.04.2005 // Офф. бюл. «Изобретения. Полезные модели» на электронных носителях. - № 1, 2007. С. 51-52.